

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-172388

(43)Date of publication of application : 29.06.1999

(51)Int.Cl.

C22F 1/04
 C22C 21/00
 C22C 21/18
 // C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 C22F 1/00
 F28F 21/08

(21)Application number : 09-354188

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 08.12.1997

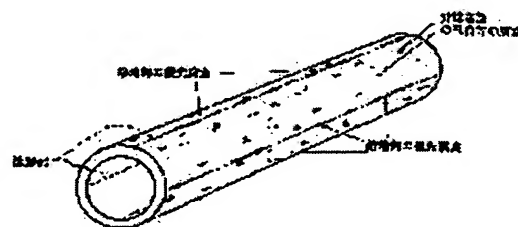
(72)Inventor : TAGUCHI KAZUO
 OTA TOSHIO

(54) ALUMINUM ALLOY EXTRUDED PIPE MATERIAL FOR AIR CONDITIONER PIPING AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an Al alloy extruded pipe material for air-conditioner piping produced by a porthole extruding method improved in corrosion resistance and surface quality.

SOLUTION: This is an Al alloy extruded pipe material for air conditioner piping produced by subjecting an Al alloy ingot contg., by weight, 0.8 to 1.5% Mn, 0.1 to 0.7% Fe and 0.03 to 0.6% Si, contg. one or \geq two kinds among 0.00 to 0.45% Cu, 0.0 to 0.3% Mg, 0.0 to 0.3% Cr, 0.0 to 0.1% Ti, 0.0 to 0.5% Zn, 0.0 to 0.3% Zr and 0.0 to 0.3% Ni, and the balance Al with inevitable impurities to porthole type continuous hot extruding method, in which each electric conductivity over the whole length of the extruded pipe material is regulated to ≥ 39.5 IACS%, and the difference in the electric conductivity in each part is regulated to ≤ 1.0 IACS%. The aluminum alloy extruded pipe material for air conditioner piping is the one in which the priority corrosion in the deposited part of the pipe material to be extruded by a porthole extruding method is improved, and since a reduction stage or the like are not executed, the quality of the surface is also excellent, and moreover, it is low-cost.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-172388

(43)公開日 平成11年(1999)6月29日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 2 2 F 1/04

C 2 2 F 1/04

B

A

C 2 2 C 21/00

C 2 2 C 21/00

L

J

21/18

21/18

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 25 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-354188

(22)出願日

平成9年(1997)12月8日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 田口 和夫

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)発明者 太田 俊夫

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

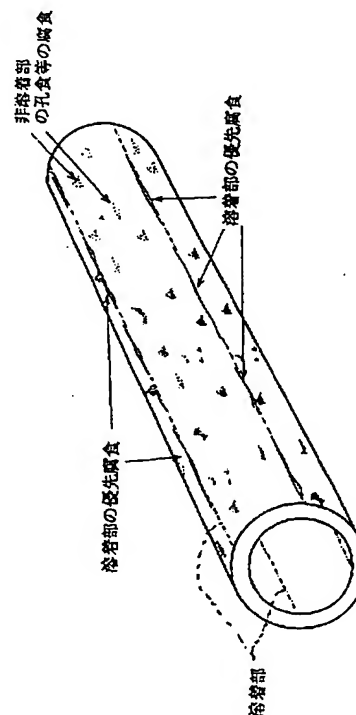
(54)【発明の名称】 エアコン配管用アルミニウム合金押出管材およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 耐食性と表面品質が改善されたポートホール押出法にて製造されたエアコン配管用A l 合金押出管材を提供する。

【解決手段】 Mn0.8~1.5wt%,Fe0.1~0.7wt%, Si0.03~0.6wt%を含有し、Cu0.00~0.45wt%, Mg0.0~0.3wt%,Cr 0.0~0.3wt%,Ti0.0~0.1wt%,Zn0.0~0.5wt%,Zr0.0~0.3wt%,Ni0.0~0.3wt%のうち1種又は2種以上を含有し残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金鋳塊をポートホール式連続熱間押出法により製造したエアコン配管用Al合金押出管材であって、前記押出管材全長に亘る各部の導電率が39.5IACS%以上、押出管材長手方向の各部の導電率差が1.0IACS%以下とする。

【効果】 ポートホール押出法にて押出される管材の溶着部の優先腐食が改善されたエアコン配管用アルミニウム合金押出管材で、抽伸工程等を行わないので、表面品質にも優れ、しかも低コストである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Mn 0.8～1.5wt%、Fe 0.1～0.7wt%、Si 0.03～0.6wt%を含有し、Cu 0.00～0.45wt%、Mg 0.0～0.3wt%、Cr 0.0～0.3wt%、Ti 0.0～0.1wt%、Zn 0.0～0.5wt%、Zr 0.0～0.3wt%、Ni 0.0～0.3wt%のうち1種又は2種以上を含有し残部Alおよび不可避不純物からなるアルミニウム合金鋳塊をポートホール式連続熱間押出法により製造したエアコン配管用アルミニウム合金押出管材であって、前記押出管材全長に亘る各部の導電率が39.5IACS%以上、押出管材長手方向の各部の導電率差が1.0IACS%以下であることを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材。

【請求項2】 Mn 0.8～1.5wt%、Fe 0.1～0.7wt%、Si 0.03～0.6wt%を含有し、Cu 0.00～0.45wt%、Mg 0.0～0.3wt%、Cr 0.0～0.3wt%、Ti 0.0～0.1wt%、Zn 0.0～0.5wt%、Zr 0.0～0.3wt%、Ni 0.0～0.3wt%のうち1種又は2種以上を含有し残部Alおよび不可避不純物からなるアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鋳塊の均質化処理を、500～630℃の所定温度に0～24hr保持した後、100℃/hr以下の冷却速度で400～500℃の所定温度に冷却し、この温度に4～48hr保持して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法。

【請求項3】 請求項2記載のアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鋳塊の均質化処理を、500～630℃の所定温度 (T_1)に0～48hr保持した後、 T_1 温度から100℃/hr以下の冷却速度で350℃ (T_2)に冷却し、 T_1 温度に到達後 T_2 温度に到るまでの時間を12～48hrとし、 T_2 温度から任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法。

【請求項4】 請求項2記載のアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鋳塊の均質化処理を、400～500℃の所定温度に12～48hr保持した後、室温に冷却して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法。

【請求項5】 請求項2記載のアルミニウム合金鋳塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金

押出管材の製造方法であって、前記鋳塊の均質化処理を、400～500℃の所定温度に0.5～4hr保持した後、550～630℃の所定温度に昇温し、当該温度に0.5～4hr保持したのち、350℃に100℃/hr以下の冷却速度で冷却し、350℃から任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車クーラーの冷媒配管等に適したエアコン配管用アルミニウム合金押出管材、及び前記押出管材の低コストな製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車には各種配管が装備されており、その中の熱交換器用配管には従来から軽量化を目的としてアルミ合金管も使用されている。例えば、自動車クーラーの冷媒配管には、外部環境に対する耐食性、及び冷媒圧力に耐え、エンジンやコンプレッサー等の振動に耐える強度を有するJIS 6063合金（代表組成Al-0.5wt%Mg-0.35wt%Si）、又はJIS 3003合金（代表組成Al-1.0wt%Mn-0.1wt%Cu-0.1wt%Si-0.4wt%Fe）が広く用いられている。

【0003】 前記JIS 6063合金は、特に耐振動疲労強度が要求されるコンプレッサーに隣接する配管、所謂フレックスホースに使用されており、前記JIS 3003合金は、自動車クーラーなどの金属配管部分に広く採用されている。本発明は、特に、この金属配管部分に適した管材に関する。

【0004】 JIS 3003合金からなる配管は、外径16～19mm程度、肉厚0.8～1.2mm程度の円管で、その製造は例えば下記工程により行われる。先ず、JIS 3003合金をDC鋳造法と呼ばれる半連続縦型鋳造法により丸棒鋳塊に鋳造する。この鋳造にはホットトップ鋳造法が適用される場合もある。次にこの丸棒鋳塊を合金成分や不純物の偏析をなくす為に高温加熱して均質化処理する。その後、鋳塊を所定長さに切断して押出ビレットとし、これを再加熱してマンドレル押出法により素管とし、この素管を抽伸加工して所望形状の管材に加工する。抽伸加工には短尺素管をドローベンチで引抜く方法と、長尺素管を浮きプラグを用いて連続抽伸機で引抜く方法とがある。抽伸加工後の管材には焼鈍が施され、加工歪みの除去と適当な加工性が付与される。

【0005】 こうした製造工程にあって、現在では生産性を確保する為に、外径14インチ以上の大型ビレットをマンドレル押出法により大径で厚肉の素管に押出し、これを連続抽伸機により10パス前後の抽伸加工を高速度で施す方法が多く採られている。

【0006】ところで、前記均質化処理は加工性や最終製品の品質に影響する為重要な工程であり、その条件は合金成分、押出加工の容易性、製品の要求特性、均質化処理に要するエネルギーコストや時間等の経済的要因等を考慮して決定される。熱間押出しに供される実用アルミ合金の均質化処理条件（温度、保持時間）は概ね下記の通りである。

JIS1050合金：520～560℃、4～10hr

JIS1100合金：520～560℃、4～10hr

JIS3003合金：570～610℃、4～10hr

JIS3004合金：530～580℃、4～10hr

JIS6063合金：520～580℃、4～10hr

JIS7N01合金：450～490℃、4～10hr

ここで、保持温度から常温に至るまでの冷却は、ファンによる空冷、放冷、スプリンクラーを用いた散水等により行われる。

【0007】このようにして製造された管材は、更に端末加工と曲げ加工が施され、自動車クーラー配管等として使用される。前記端末加工は特に重要で、拡張加工、縮管加工、転造加工等を組合わせて各種のビード（継手部）を成形する。近年、ビードにはより高い信頼性が求められるようになり、その一環として、軸シールビードと称する新規なビードが広く採用されるようになった。この軸シールビードは形状が複雑な為管材にはより高い加工性が求められる。

【0008】又、この種の配管にはチャージポートと称するアルミ合金製の冷媒補給用小部品がろう付けされることがある。この為、自動車エアコン配管にはろう付け性が良いことと、ろう付け加熱を受けても高品質が維持されることが要求される。

【0009】クーラー配管等に使用されるアルミ管材には、冷媒圧力に耐える強度と、エンジンやコンプレッサー等の振動に耐える強度が要求され、同時に塑性加工性も要求される。従って強度と延性の適度なバランスが望まれる。例えば、現在主流のJIS3003合金をマンドレル押出－抽伸－焼鈍工程で製造した配管の機械的特性の規定値は、引張強さ95～125N/mm²、0.2%耐力35N/mm²以上、伸び30%以上である。この他、自動車配管には、様々な自然環境の中を走行しても腐食しない十分な耐食性が求められている。前記耐食性は管外面に要求され、管内面の耐食性は、冷媒に腐食性の低い冷媒を用いる為、特に求められていない。

【0010】この他、管材には曲げ加工や端末加工で肌荒れが生じない十分微細な結晶粒、端末加工が健全に行える適正な外径と肉厚寸法、チャージポートの良好なろう付け性等が要求される。配管の許容公差は、現在主流の前記配管に例をとると、外径±8/100mm、肉厚±8/100mmである。

【0011】自動車配管用アルミ合金管の製造方法については、コスト低減の強い要求を背景に、下記製造方法

が一部で検討されている。即ち、鋳造、均質化処理、押出、抽伸、焼鈍の一連の工程はそのままながら、マンドレル押出しをポートホール式連続熱間押出法に変える方法で、この方法によれば、押出ピレットにマンドレル挿入孔を旋孔する必要がなく、歩留まり及び生産性が向上し、コスト低減が図れる。

【0012】更に、前記ポートホール式連続熱間押出法（以下ポートホール押出法と略記）は細径管の押出しに適していることから、ポートホール押出管材をそのまま管材とし、抽伸加工と焼鈍工程を省略する工程簡略化の方法も検討されている。

【0013】ところで、ポートホール押出法は、押出素材を複数のポート孔から分割体を押出し、前記分割体をポート孔出口で溶着して一体化する押出法で、長手方向に複数の溶着部が形成される。即ち、4個のポート孔からなるポートホール押出しの場合、流動するアルミ合金は一旦4個の分割体として押出され、各分割体は押出ダイス後部の溶着室にて一体に溶着するとともにダイスベアリング部とマンドレルにより形成されるクリアランスを通過して所望形状の管材が得られる。従ってこの管材には複数の溶着部が不可避免的に形成される。この点がソリッド材の押出し、或いはマンドレル押出しによる管材の押出しと異なる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このポートホール押出法で製造されたJIS3003合金の管材を腐食環境に晒すと溶着部が著しく腐食（以下これを溶着部の優先腐食と称する）するという問題がある。例えば、ポート孔が4個のポートホール押出法により押出された管材の優先腐食は、図1に示すように、一般部（非溶着部）に孔食が生じる以外に、長手方向に連続する4本の溶着部に腐食が優先的に発生する。この溶着部の優先腐食は腐食速度が極めて速く、短期間のうちに貫通孔が生じる。例えば、肉厚1mmの自動車エアコン配管をCASS試験した場合、一般部の孔食は400hr経過後も貫通しないのに対し、溶着部の孔食は200hr未滿で貫通することが明らかになっている。

【0015】この溶着部の優先腐食は、押出材の長手方向全長に渡り同様に発生するのではなく、押出の頭側（前半部）が尻側（後半部）より腐食し易く、場合によっては尻側は優先腐食しないこともある。従って、尻側だけを選択使用すれば良い場合もあるが、歩留まりが低下し、コスト低減の目的を達成できない。あくまで、押出材長手方向全長に亘る溶着部の耐食性確保が必要である。

【0016】また、従来の自動車エアコン配管用アルミ合金管材には、抽伸加工で形成される長手方向に連続する微小筋（拡大観察にて明瞭に溝として確認される）が多数存在し、この筋状欠陥は端末部の表面に筋状欠陥として顕在化するという不具合が慢性的に存在していた。

この筋状欠陥は、それ自体がシール性を害し、またシール用リングゴムを傷付ける等して冷媒漏出の原因になる。この筋状欠陥は、抽伸加工条件の改善により低減されてきているが根絶には至らず、その抜本的解消が希求されている。

【0017】本発明は、耐食性と表面の微小筋とが改善されたポートホール押出法にて製造されたエアコン配管用アルミニウム合金押出管材、及び前記管材を低コストで製造する方法の提供を目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、 $Mn\ 0.8\sim 1.5\text{wt}\%$ 、 $Fe\ 0.1\sim 0.7\text{wt}\%$ 、 $Si\ 0.03\sim 0.6\text{wt}\%$ を含有し、 $Cu\ 0.00\sim 0.45\text{wt}\%$ 、 $Mg\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ 、 $Cr\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ 、 $Ti\ 0.0\sim 0.1\text{wt}\%$ 、 $Zn\ 0.0\sim 0.5\text{wt}\%$ 、 $Zr\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ 、 $Ni\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ のうち1種又は2種以上を含有し残部Alおよび不可避不純物からなるアルミニウム合金鑄塊をポートホール式連続熱間押出法により製造したエアコン配管用アルミニウム合金押出管材であって、前記押出管材全長に亘る各部の導電率が $39.5\text{ IACS}\%$ 以上、押出管材長手方向の各部の導電率差が $1.0\text{ IACS}\%$ 以下であることを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材である。

【0019】請求項2記載の発明は、 $Mn\ 0.8\sim 1.5\text{wt}\%$ 、 $Fe\ 0.1\sim 0.7\text{wt}\%$ 、 $Si\ 0.03\sim 0.6\text{wt}\%$ を含有し、 $Cu\ 0.00\sim 0.45\text{wt}\%$ 、 $Mg\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ 、 $Cr\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ 、 $Ti\ 0.0\sim 0.1\text{wt}\%$ 、 $Zn\ 0.0\sim 0.5\text{wt}\%$ 、 $Zr\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ 、 $Ni\ 0.0\sim 0.3\text{wt}\%$ のうち1種又は2種以上を含有し残部Alおよび不可避不純物からなるアルミニウム合金鑄塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鑄塊の均質化処理を、 $500\sim 630^\circ\text{C}$ の所定温度に $0\sim 24\text{ hr}$ 保持した後、 $100^\circ\text{C}/\text{hr}$ 以下の冷却速度で $400\sim 500^\circ\text{C}$ の所定温度に冷却し、この温度に $4\sim 48\text{ hr}$ 保持して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法である。

【0020】請求項3記載の発明は、請求項2記載のアルミニウム合金鑄塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鑄塊の均質化処理を、 $500\sim 630^\circ\text{C}$ の所定温度(T_1)に $0\sim 48\text{ hr}$ 保持した後、 T_1 温度から $100^\circ\text{C}/\text{hr}$ 以下の冷却速度で 350°C (T_2)に冷却し、 T_1 温度に到達後 T_2 温度に到るまでの時間を $12\sim 48\text{ hr}$ とし、 T_2 温度から任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合

金押出管材の製造方法である。

【0021】請求項4記載の発明は、請求項2記載のアルミニウム合金鑄塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鑄塊の均質化処理を、 $400\sim 500^\circ\text{C}$ の所定温度に $12\sim 48\text{ hr}$ 保持した後、室温に冷却して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法である。

【0022】請求項5記載の発明は、請求項2記載のアルミニウム合金鑄塊に均質化処理を施し、これをポートホール式連続熱間押出法により管材に押出すエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法であって、前記鑄塊の均質化処理を、 $400\sim 500^\circ\text{C}$ の所定温度に $0.5\sim 4\text{ hr}$ 保持した後、 $550\sim 630^\circ\text{C}$ の所定温度に昇温し、当該温度に $0.5\sim 4\text{ hr}$ 保持したのち、 350°C に $100^\circ\text{C}/\text{hr}$ 以下の冷却速度で冷却し、 350°C から任意の冷却速度で室温に冷却して施すことを特徴とするエアコン配管用アルミニウム合金押出管材の製造方法である。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に本発明の押出管材の合金成分について説明する。合金成分は、自動車エアコン配管用材料に必要な強度、耐食性、加工性等が確保され、ポートホール押出が容易であることを加味して決定した。

【0024】Mnは耐食性を損なうことなく強度向上に寄与する元素であり、 $0.8\text{wt}\%$ 未満ではその効果が小さく、 $1.5\text{wt}\%$ を超えるとその効果が飽和するとともに、熱間加工時の変形抵抗が増大し、ポートホール押出性が低下する。従ってその含有量は $0.8\sim 1.5\text{wt}\%$ とする。

【0025】FeおよびSiは工業的アルミ合金の範疇ではその経済性を勘案して、若干量含有されるが、これら元素は、Mnの固溶量を減少させ、また鑄造時にAlと金属間化合物を生成し、それらが影響して押出時に形成される再結晶組織を微細化するという効果が期待できる場合がある。こうした点からも、FeおよびSiは適度な量を含有させるのが望ましい。但し、Feで $0.7\text{wt}\%$ 、Siで $0.6\text{wt}\%$ を超えて含有した場合、巨大金属間化合物が形成したり、成形性や耐食性が低下したりする。従ってFe、Siの含有量は各々 $0.1\sim 0.7\text{wt}\%$ 、 $0.03\sim 0.6\text{wt}\%$ とする。

【0026】Cuは強度向上に寄与する。また素地に固溶したCuは自然電位を貴にして耐食性を若干改善する。しかし、 $0.45\text{wt}\%$ を超えて含有した場合は、押出工程等でCuを含有する化合物が結晶粒界に選択的に析出する傾向があり、粒界腐食が増大する。又熱間での変形抵抗が増す為ポートホール押出性が低下する。従ってCuの含有量は $0.0\sim 0.45\text{wt}\%$ とする。

【0027】Mgは固溶して強度向上に寄与する。しか

しMgは熱間での変形抵抗を著しく増大させる為、前記Mnに加えてMgを0.3wt%を超えて添加するとポートホール押出性が低下する。従ってMgの含有量は0.0~0.3wt%とする。

【0028】Crは結晶組織の微細化に効果があるが、その含有量が0.3wt%を超えると粗大なAl-Cr化合物が生成して成形性が損なわれる恐れがある。従ってCrの含有量は0.0~0.3wt%とする。

【0029】Tiは微量の含有で結晶組織を微細化する。その含有量が0.1wt%を超えると押出性が低下し、且つ成形性に有害な巨大金属間化合物を生じる恐れがある。従ってTiの含有は0.0~0.1wt%とする。

【0030】Znは若干の強度向上効果が期待されるが、多量に含有されると耐食性の低下を誘引する。従ってZnの含有量は0.0~0.5wt%とする。

【0031】Zrは結晶組織の微細化に効果があるが、多量の添加は押出性、成形性を低下させる。従ってZrの含有量は0.0~0.3wt%とする。

【0032】Niは若干の強度向上効果があるが、多量の添加は押出性、成形性を低下させる。従ってNiの含有量は0.0~0.3wt%とする。

【0033】前記成分からなるアルミ合金は、ポートホール押出法により、エアコン配管に適用される所定形状の管材に十分押出可能である。また前記アルミ合金は押出過程（ダイスを出た直後）で従来の焼鈍後の管材と同様な微細均一な再結晶組織となるので、従来の管材と同等もしくはそれに近似した強度と延性が得られる。

【0034】本発明において、押出管材長手方向全長に亘って各部の導電率とその最大と最小の差を規定した理由は、溶着部の優先腐食を回避する為である。本発明者が、溶着部に優先腐食が生じる原因について、これまでに得た知見を以下に述べる。

【0035】前述のDC casting又はホットトップ castingでは、凝固後、直ちに水冷され急速冷却される為Mnはその大半がアルミ素地中に固溶した状態にある。鑄塊に施す均質化処理は、ミクロ偏析の解消、晶出物の分断、球状化等を目的として固相線温度に近い高温に保持して行う為、Mnはあまり析出しない。高温保持後の冷却速度は比較的大きい為ここでもMnは殆ど析出しない。従って均質化処理有無に関わらず、鑄塊は次の再加熱、押出工程に供される。尚、析出するMn含有化合物としては、Al-Mn系化合物、Al-(Fe, Mn)系化合物、Al-(Fe, Mn)-Si系化合物等である。

【0036】押出は、ビレットを400~500℃程度に再加熱して行うが、この温度範囲は過飽和固溶したMnが析出し易い温度である。そして、押出加工時の析出速度は加工を伴わない静的析出に比較して著しく大きいことが本発明者らの検討により判明している。すなわち、押出加工のように大きな歪みが連続的に付与される

過程ではその拡散は著しく加速され、その結果、拡散に依拠する現象である化合物析出も加速されるのである。例えば、長さ数十cm程度の通常のビレットの押出時間は高々数分であるが、この数分間に析出が著しく進行する。そして、押出では、ビレットの尻側の方が押出歪みを長時間受ける為、押出頭側より析出量が多くなる。同じ数分間の加熱でも加工を伴わない場合はMnは殆ど拡散しない為Mn含有化合物も殆ど析出しない。

【0037】本来、Al中におけるMn等の遷移金属の拡散はその拡散速度が極めて小さいが、歪みが連続的に付与されることでアルミの結晶格子の不整、いわゆる転位が増殖するとともに運動し、この転位がMnの拡散過程を助長するものと考えられる。この為、拡散に依拠する析出現象も著しく進行すると考えられる。これはいわゆる動的析出現象と呼ばれる現象であるが、Mnを含有するアルミニウム合金の押出加工においては、この動的析出現象を生じているものと推測される。

【0038】Mn含有化合物の析出が押出後半で多いことは、透過電子顕微鏡観察によっても明らかにされている。アルミ合金の固溶・析出状態を推し量る手段として多用される導電率の測定においてもその傾向が顕著に認められる。即ち、導電率は析出量が多いほど高くなるが、Mn含有アルミ合金押出材の場合頭側から尻側にかけて導電率は上昇する傾向がある。その頭側と尻側の導電率差は通常2IACS%以上あり、大きい場合は数IACS%にも達する。

【0039】以上に述べたように、押出管材の頭側と尻側とではMn含有化合物の析出状態に差があり、尻側の方がより析出が進行するが、このような非定常な押出しを複数ビレットについて連続的に行う為に、次に記すメカニズムにより溶着部と一般部との間に組織差が生じると推測される。即ち、アルミ合金のポートホールダイスでの連続押出し過程では、第一ビレットの押出しが終了すると、ディスクカード（押しヘタ）を切り放し、第二ビレットを装填して押出しを再開するが、この時点においてポートホールダイスのポート孔と溶着室（チャンバー）に残存した第一ビレットのアルミニウム合金は押出最後端にあつて最もMnの析出が進行しており、これにMn固溶度の高い第二ビレットが隣接配置される。この状態から第二ビレットの押出しが開始されるが、第二ビレットの押出極初期においては溶着室とポート孔に残存した第一ビレットのアルミニウム合金が排出され、続いて一般部に第二ビレットのアルミ合金が排出され、次第に第二ビレットの占める部分が增大していく。

【0040】このように、ビレットの入れ替え部分では、押出管材は、溶着部が第一ビレットの後端のアルミニウム合金で形成され、一般部が第二ビレットのアルミ合金で形成される。この構成は、溶着部幅が狭小化しながら第二ビレットの押出終了まで継続する。前述のように、押出中に析出が進行する為押出後半には一般部も

析出が進行し溶着部と一般部の析出状態の差が小さくなる。この構成は第二ピレットに続く第三ピレットの間でも、又その後に続くピレットの押出し全てについて同様となる。

【0041】このように、溶着部がMn含有化合物の析出が多く、一般部がMn固溶度の比較的高いパターンは押出頭側で顕著となる。ここで双方の電気化学的性質を比較すると、Mn含有化合物の析出が進行しMn固溶度が低下した溶着部の方が電位が卑な為、溶着部は比較的高い一般部に挟まれた形になっている。この状態では、腐食環境下において溶着部が優先的に電位差腐食するため腐食不具合が必然的に生じるのである。

【0042】このような腐食機構を知見するに至り、本発明者等は、溶着部の優先腐食を防止するには、押出前に押出ピレットの頭側と尻側のMnの固溶量差を小さくしておくことが有効と考え

【課題を解決するための手段】に述べた手段を想起したのである。

【0043】このMnの固溶量差を小さくする手段として、本発明者は均質化処理過程でMn含有化合物の析出を進行させておくことが有効と気付いた。即ち、Mn含有化合物の析出が既に進行した鋳塊では、押出過程で過大な析出進行はあり得ないと考えた。そして各種の均質化条件を検討した結果、均質化処理により適当にMn含有化合物を析出させた場合に押出管材の導電率は比較的高位に安定して押出管材の頭側と尻側の間、またその他の部位間にて大きな導電率の差を生じない。こうした状態の押出しにあっては、期待した通り溶着部の腐食は劇的に抑制された。この溶着部の優先腐食の抑制効果が明瞭となる段階の押出材にあっては、その押出材の各部の導電率はいずれも39.5 IACS%以上となる。言い換えれば、押出材の長手各部がいずれも39.5 IACS%以上を達成しないと溶着部の優先腐食は十分抑制できない。

【0044】また、押出管材の頭側と尻側のMn含有化合物の析出状態は全く同様であることが理想である。しかし、実際には差が僅かであれば溶着部の選択腐食は殆ど起きないことが確認されている。この許容差は、請求項1に示すように導電率差で1.0 IACS%以下、更には0.6 IACS%以下なら、耐食性に対するより高い信頼性が得られる。

【0045】さて、このようにMn含有化合物が多量に析出した押出ピレットは、ただ析出物が多量であれば良いというわけではない。つまり当該析出物が非常に微細な場合は、この微細析出物は界面エネルギー減少の方向として押出し、極初期段階で素地に固溶する場合がある為、析出物は粗大に析出させておく必要がある。この粗大なMn含有化合物の析出を形成する為の均質化処理条件が請求項2から請求項5に記載の発明である。

【0046】請求項2の発明では、先ず、500～63

0℃の比較的高温の所定温度に0～24hr保持し、この後100℃/hr以下の冷却速度で冷却する。この過程における昇温過程並びに保持過程にて析出してくるMn含有化合物が冷却過程にて比較的大に成長する。ここで、冷却速度を100℃/hrより大きくした場合先行の析出物と無関係に新たに析出物が多量に析出するが、この析出物は微細な為前述のように再固溶し易い。また、これより速い冷却速度は炉中冷却では困難で工業的観点からも現実的でない。冷却速度は50℃/hr以下が特に望ましい。この後、400～500℃の温度範囲で保持するが、この温度範囲はAl-Mn系合金においてMn含有化合物が最も析出し易く、この保持過程で更に析出量が増加する。前記温度での保持時間は析出量を稼ぐ目的で4hr以上は必要で、48hrを超えると析出効果が飽和して不経済な為48hrを上限とする。

【0047】請求項2の発明は、高温保持後徐冷することで適当な析出状態を現出させ、その後最も析出し易い温度範囲に保持して更に析出量を増加させる方法であるが、これに対し、請求項3の発明は高温からの徐冷過程だけで析出を進行させる方法である。この発明で冷却速度を100℃/hr以下とする理由は請求項2での理由と同じである。 T_1 (500～630℃) から T_2 までの徐冷過程で T_2 を350℃に規定する理由は350℃未満ではMn含有化合物は殆ど析出しなくなり冷却速度を規定する意味がなくなる為である。この処理条件においては、析出量および析出状態に影響するのは、主に500℃ (T_1) に達したときから350℃ (T_2) に到るまでの過程であり、この過程の時間が短ければ所望の析出状態が得難く、長すぎると効果が飽和して不経済である。従って T_1 温度に到達後 T_2 温度に到るまでの時間は12～48hrに規定する。

【0048】請求項4の発明は、最も析出が進行する400～500℃の温度に長時間保持することで析出物量を増加させる方法である。過飽和度の高い鋳塊をこの温度範囲に保持した場合、当初微細析出物が析出し、その後析出物が粗大化する。処理時間が12hr未満では析出物の多くが微細で再固溶し易く、又48hrを超えると析出物量の増加が飽和して不経済である。従って保持時間は12～48hrに規定する。

【0049】請求項5の発明は、400～500℃の所定温度に保持して微細な析出物を多数析出させ、次に550～630℃の所定温度に保持後350℃に徐冷する過程で、前記微細な析出物を粗大化する方法である。400～500℃の所定温度に保持するのは微細析出物の形成が目的な為、その保持時間は0.5～4hrの短時間に規定する。550～630℃の所定温度での保持は長時間保持すると核となる微細析出物が消失する為、この場合も保持時間は0.5～4hrの短時間に規定する。550～630℃の所定温度に保持後の冷却速度は、既存析出物のサイズ拡大に有効な100℃/hr以

下とする。冷却速度の規定を350℃までにする理由は350℃未満では殆ど析出しなくなる為である。

【0050】

【実施例】以下に本発明を実施例により詳細に説明する。

(実施例1) 表1に示す組成の合金AをDC casting法により外径6インチの押出用丸棒鑄塊に鑄造し、得られた鑄塊に表2に示す均質化処理を施し、均質化処理後の鑄塊について導電率を測定した。結果を表2に示す。前記均質化処理は、本発明例として、600℃に8hr保持

後、冷却速度50℃/hrで450℃まで炉中冷却し、続いて同温度で24hr保持し、450℃保持後の常温まで空冷する方法と、比較例1として、600℃で8hr保持後鑄塊を炉外に素早く出してスプリンクラーにて常温まで散水冷却する方法と、比較例2として、600℃で24hr保持後比較例2と同様にスプリンクラーにて常温まで冷却する方法の3通りで行った。

【0051】

【表1】

合 金	鑄塊外径	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr	Ni	Al
A	6インチφ	0.09	0.36	0.12	1.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
B	6インチφ	0.10	0.37	0.11	1.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	残
C	9インチφ	0.11	0.42	0.12	1.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
D	9インチφ	0.05	0.44	0.06	0.98	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
E	6インチφ	0.09	0.40	0.12	1.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
F	6インチφ	0.05	0.43	0.06	0.97	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
G	6インチφ	0.09	0.37	0.11	1.08	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	残
H	6インチφ	0.09	0.39	0.12	0.80	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
I	6インチφ	0.11	0.40	0.12	1.03	0.30	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
J	6インチφ	0.45	0.15	0.45	1.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
K	6インチφ	0.17	0.32	0.13	1.05	0.00	0.00	0.20	0.01	0.00	0.00	残
L	6インチφ	0.10	0.38	0.11	0.51	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
M	6インチφ	0.09	0.38	0.12	1.33	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
N	6インチφ	0.11	0.37	0.13	1.55	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
O	6インチφ	0.10	0.34	0.14	1.09	0.48	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残
P	6インチφ	0.28	0.30	0.55	1.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	残

【0052】

【表2】

項 目	均質化処理条件	均質化処理後の導電率
本発明例	600℃×8hr+450℃×24hr空冷 (600℃→450℃: 冷却速度50℃/hr)	39.3%IACS
比較例 1	600℃×8hr保持後スプリンクラー散水冷却	36.6%IACS
比較例 2	600℃×24hr保持後スプリンクラー散水冷却	37.7%IACS

【0053】表2より明らかなように、本発明例で処理した鑄塊は、比較例1、2で処理した鑄塊より導電率が高く、Mn含有化合物の析出が進行している。均質化処理前の導電率は36.5%であったことから、比較例1、2では鑄塊の状態から析出が殆ど進行していない。

【0054】この鑄塊を所定長さに切断して押出ピレットとし、これを各条件で5本づつ均質化処理後、この5本を連続的にポートホール押出法により外径8mm肉厚1mmの管材に4ポートの押出ダイスにより熱間押出した。押出管材には溶着部が円周方向に4箇所長手方向に

連続して存在した。ピレットは、押出時にインダクションヒーターを用いて420～460℃に加熱した。管材の押出速度は60m/分とした。押出直後の冷却は水冷とし、付着水滴をブロウ除去して、インラインコイラーで巻取った。前記外径8mm肉厚1mmの管材は自動車エアコン配管として最も多用されている。

【0055】コイル状の押出材は、この後巻きほぐして6m程度の定尺に切断しストレッチ(製直)し、その後下記所要箇所をサンプリングした。連続押出ピレットの3本目と5本目の部分については、それぞれ押出頭側

(押出頭側) から尻側 (押出尻側) まで 3 0 m 毎に 7 箇所からサンプリングし、導電率、機械性能、及び耐食性を調査した。導電率は 4 端子法により測定した。連続押出ビレットの 2 本目と 4 本目の部分についてはエアコン

配管が具備すべき加工性を調査した。結果を表 3 に示す。

【0056】

【表 3】

項 目 (ソーキング)	押出 N本目	導電率測定結果			
		頭側 (No. 1)	中側 (No. 4)	尻側 (No. 7)	頭尻の EC 差 ΔEC
本発明例 (600℃×8hr +450℃×24hr空冷)	3本目	40.7	40.7	41.2	0.5
	5本目	40.8	40.8	41.4	0.6
比較例 1 (600℃×8hr水冷)	3本目	39.1	39.4	40.3	1.2
	5本目	39.1	39.4	40.2	1.1
比較例 2 (600℃×24hr水冷)	3本目	40.1	40.3	41.4	1.3
	5本目	39.7	40.3	40.9	1.2

【0057】表 3 より明らかなように、導電率は、本発明例、比較例とも、均質化処理後の鋳塊より押出後において上昇している。いずれも押出頭側から押出尻側にかけて導電率が上昇する傾向を示している。この傾向は均質化処理後の鋳塊の導電率が低い比較例 2 で特に顕著である。押出管材の長手方向の導電率を比較するため、押出管材の頭側と尻側の導電率の差 (ΔEC と表記) を表 3 に併記した。 ΔEC は、比較例 1、2 ではいずれも 1 % を超え、本発明例では 0.5 ~ 0.6 % に留まった。

このことは、押出過程で析出が進行し、その後半で析出量が多くなる現象が、本発明における均質化処理により抑制されることを如実に示すものである。

【0058】次に引張特性を調査した。押出管材の長手方向の中央付近のサンプルについて、引張強さ (TS)、0.2 % 耐力 (YS)、伸び (E1) を測定した。結果を表 4 に示す。

【0059】

【表 4】

項 目	押出 N本目	引張特性		
		TS (N/mm ²)	YS (N/mm ²)	E1 (%)
本発明例 (600℃×8hr +450℃×24hr空冷)	3本目	99	65	35
	5本目	100	66	37
比較例 1 (600℃×8hr水冷)	3本目	103	70	34
	5本目	101	69	35
比較例 2 (600℃×24hr水冷)	3本目	100	67	35
	5本目	101	66	36
〈参考例〉現行材 (押出→抽伸→焼鈍)に対する規格		95 ~ 125	>35	>30

【0060】表 4 より明らかなように、本発明例、比較例とも近似した引張特性となっており、いずれも現行管材に規定された引張特性を満足する。従って、本発明の管材は、現行材同様に所望の特性、加工性が得られる。

【0061】次に耐食性を調査した。ここでは特にポートホール押出管材で懸念される溶着部の腐食に着目した。腐食試験は JIS-H-8681 に規定される CASS 試験方法にて行った。CASS 試験時間は一様に 240 hr とした。自動車エアコン配管を想定した場合、外部耐食性のみが問題となるため、供試管材の端末は封止して管内部からの腐食は生じないように配慮し

た。腐食試験後のサンプルを洗浄し、目視観察した結果では、いずれも非溶着部 (溶着部以外の部分) は貫通には至らない孔食を呈しており、そのレベルは、本発明例と比較例との間で特に差は認められなかった。この孔食状態は、別に試験した現行管材 (押出、抽伸、焼鈍の工程を経て製造される 3003 合金) と遜色ないレベルであった。溶着部の優先腐食は、その度合いを 5 段階に類別して評価した。結果を表 5 に示す。

【0062】

【表 5】

項 目	押出 N本目	押出材の長手方向のサンプリング位置						
		No. 1 (頭)	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7 (尻)
本発明例	3本目	▲	○	◎	◎	◎	◎	◎
	5本目	▲	○	○	◎	◎	◎	◎
比較例 1	3本目	×	▲	▲	▲	▲	△	△
	5本目	×	×	×	▲	▲	△	◎
比較例 2	3本目	▲	▲	▲	△	○	○	◎
	5本目	▲	△	▲	△	○	○	◎

CASS試験 : 240hr

〈溶着部優先腐食の評価〉 ◎ 腐食皆無
 ○ わずかに浅い腐食あり (孔食深さより浅い)
 △ 全長の10%以下に腐食あり
 ▲ 全長の10～50%に腐食あり
 × 全長の50%以上に腐食あり

【0063】表5より明らかなように、本発明例と比較例とも、溶着部の優先腐食は押出頭側で顕著であり、押出尻側に掛けて生じ難くなるという共通する傾向はあるものの、本発明例と比較例では優先腐食の発生度合いが顕著に異なっている。即ち、比較例では押出管材の長手方向の過半の溶着部が優先腐食を呈するのに対し、本発明例では同腐食は押出頭側の一部に限られる。また各分類のうち▲、×を付したのものについては、溶着部の優先腐食部に貫通孔が生じている場合が多かった。この点から、比較例の管材は、自動車エアコン配管に適用した場合、腐食により早期に漏れを生じる懸念があり望ましくない。他方、本発明例の管材は、押出頭側の極一部を除

けば、十分使用に耐えられるものと判断できる。

【0064】次に、自動車エアコン配管として具備しなければならない曲げ加工性と端末加工性を調べた。先ず曲げ加工性について述べる。曲げ加工性は、NC曲げ加工機を用い、曲げ角度は45度と90度の2水準とし、曲げRは25mmで試験した。サンプルは、本発明例と比較例1、2の押出管材のピレット2本目と4本目の部分につき、それぞれ長手方向に等間隔あけて7箇所から3本づつ長さ30cmのサンプルを採取した。結果を表6に示す。

【0065】

【表6】

項 目	押出N 本目	曲げ 角度	押出材の長手方向のサンプリング位置						
			No. 1 (頭)	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7 (尻)
本発明例	2本目	45°	○	○	○	○	○	○	○
		90°	○	○	○	○	○	○	○
	4本目	45°	○	○	○	○	○	○	○
		90°	○	○	○	○	○	○	○
比較例 1	2本目	45°	○	○	○	○	○	○	○
		90°	○	○	○	○	○	○	○
	4本目	45°	○	○	○	○	○	○	○
		90°	○	○	○	○	○	○	○
比較例 2	2本目	45°	○	○	○	○	○	○	○
		90°	○	○	○	○	○	○	○
	4本目	45°	○	○	○	○	○	○	○
		90°	○	○	○	○	○	○	○

○：異常なし ×：異常有り

【0066】表6より明らかなように、本発明例、比較例1、比較例2とも、割れ、ヘコミ、肌荒れ等を生じることなく安定して曲げ加工ができた。このように、本発明例の曲げ加工性が良いのは、従来から自動車エアコン配管用として用いられている3003合金焼鈍管材と本発明管材とは近似した特性を有しており、特に本発明管材は曲げ加工で重要な伸び値が30%を超える十分な値を有していることから当然と言える。また、曲げ加工部に肌荒れが生じなかったのは、本発明例管材は結晶組織が比較的微細均一なためである。

【0067】次に端末加工性について述べる。端末加工性は、図2に示すタイプBとタイプCの端末加工は最近その採用が著しい軸シールビードと称する新タイプのビード加工である。タイプBとタイプCは加工方法が異なる。

っている。即ち、図3に示すようにタイプBは全工程をパンチ成形（拡管加工、縮管加工の組み合わせ）により加工し、タイプCは途中までをパンチ成形し最後に転造加工して溝部を形成する。サンプルは、本発明例の押出管材のピレット2本目と4本目の部分につき、それぞれ長手方向に等間隔あけて7箇所（加工が最も困難なタイプB）又は3箇所（タイプA、C、D）からそれぞれ3本ずつ長さ20cmのサンプルを採取した。端末加工性試験は、現行管材（押出→抽伸→焼鈍の工程を経て製造される3003管）の試験に用いている端末加工機を用いて行った。結果を表7に示す。

【0068】

【表7】

供試押出材	端末加工形状 (c.f. 図2)	押出材の長手方向のサンプリング位置						
		No. 1 (頭)	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7 (尻)
本発明例 (押出2本目)	タイプA	○	—	—	○	—	—	○
	タイプB	○	○	○	○	○	○	○
	タイプC	○	—	—	○	—	—	○
	タイプD	○	—	—	○	—	—	○
本発明例 (押出4本目)	タイプA	○	—	—	○	—	—	○
	タイプB	○	○	○	○	○	○	○
	タイプC	○	—	—	○	—	—	○
	タイプD	○	—	—	○	—	—	○

○：異常なし ×：異常有り

【0069】表7より明らかなように、本発明例管材はA～Dのいずれのタイプの端末加工でも、寸法、外観などで特に問題となる不具合を生じなかった。また、そうした健全加工は押出材の長手方向のどの位置（頭～中～尻）においても達成された。

【0070】端末加工部分の寸法精度は押出管材の寸法バラツキに大きく影響されるため、押出管材の外径及び肉厚のバラツキを本発明例管材のピレット2本目部分について調べた。その結果、押出管材の寸法は、外径が最大8.05mm、最小7.92mm、肉厚が最大1.04mm、最小0.97mmであった。このレベルのバラツキは現行管材と比べて遜色なく、本発明の管材は端末加工で寸法不良を生じ難いことが裏付けられた。管材寸法は、押出ダイスの製作時の加工精度、操業時の磨耗等によりバラツキ易くなるため、ダイス管理やメンテナンスを充実させれば、このレベルの管材寸法は維持でき、本発明の押出管材は自動車エアコン配管などとして十分使用できるものである。

【0071】次に、タイプBの加工端末部について、その表面状態を走査型電子顕微鏡（SEM）により観察

し、現行管材と比較した。現行管材の加工端末は、図4（イ）の写真に示すように長手に平行に多数の筋模様は顕著に存在するが、この筋模様は抽伸加工時に管材表面に形成される微小な筋（溝状の欠陥）に起因するものであり、程度の差はあるが現行管材に不可避な表面不具合である。これに対し、本発明例管材の加工端末部には、図4（ロ）の写真に示すように前記不具合は観察されず、極めてスムーズな表面状態を呈している。

【0072】次に、タイプCの端末加工部の表面状態を現行管材と比較調査した。現行管材の加工端末には、図5（イ）の写真に示すように転造加工で形成された溝部に素材アルミの剥離片が多数発生している。この転造剥離は、実操業では転造条件等を詳細に調整して極力その発生を抑えているが根絶にはほど遠い。この転造剥離は抽伸加工時に発生するもので、前述の筋状欠陥と同根の長手方向に連続した微小筋が影響しているものと推測される。これに対し、本発明例管材の加工端末部は、図5（ロ）の写真に示すように転造剥離の全くない美麗な加工表面を呈している。

【0073】以上、押出速度60m/分で押出した管材

について述べたが、100m/分の高速度で押出した本発明例管材についても同様の調査、測定を行った。その結果、100m/分の高速度押出管材も、押出速度60m/分の押出管材とほぼ同様な特性が得られた。即ち、本発明の押出管材は、押出加工性も十分保証され、加工コストの増大を心配する必要がない。

【0074】以上に述べたように、本発明の押出管材は自動車エアコン配管として具備すべき強度性能、耐食性、曲げ・端末加工性、押出加工性等を十分有しており自動車エアコン配管として適用可能である。強度性能と種々加工性に関しては、従来のポートホール押出管材でも問題ないが、耐食性に関しては、従来の管材では溶着部に優先腐食が生じるのに対し、本発明のポートホール押出管材では、鑄塊に所定の均質化処理が施してあるので優先腐食などの不具合が生じない。本発明の管材は、従来法では必須の抽伸加工と焼鈍が不要で、著しく工程

が簡略化され、製造コストが大幅に削減され、また抽伸加工を行わないため端末加工部の表面品質が良好である。従って、本発明の管材は、自動車エアコン配管材などとして極めて有用である。

【0075】（実施例2）表1に示す組成の合金BをDC鑄造法により外径6インチの押出用丸棒鑄塊に鑄造し、均質化処理後、導電率を測定した。結果を表8に示す。前記均質化処理は、本発明例として、600℃に4hr保持後、冷却速度50℃/hrで450℃まで炉中冷却し、続いて同温度で24hr保持し、450℃保持後の常温まで空冷する方法と、比較例として、610℃で24hr保持後鑄塊を炉外に素早く出してスプリングラにて常温まで散水冷却する方法の2通りで行った。

【0076】

【表8】

項 目	均質化処理条件	均質化処理後の導電率
本発明例	600℃×4hr+450℃×24hr	41.4%IACS
比較例	610℃×24hrスプリングラ散水冷却	37.4%IACS

【0077】表8より明らかなように、本発明例で処理した鑄塊は、比較例で処理した鑄塊より導電率が高く、Mn含有化合物の析出が進行していることが示された。

【0078】均質化処理後の鑄塊を所定長さに切断して押出ピレットとし、これを各条件で5本ずつ均質化処理し、この5本を連続的にポートホール押出法により外径8mmφ×肉厚1mmの管材に4ポートダイスにより熱間押出した。溶着部は円周方向に4箇所長手方向に連続して存在した。この他、外径12.7mmφ×肉厚1.2mmの管材もポート孔を3個（溶着部3箇所）とした他は前記と同じ方法で押出した。押出時のピレット加熱はインダクションヒーターを用いて440～460℃に加熱して行った。管材の押出速度は40m/分とした。押出直後の冷却はファン空冷とし、押出材はコイ

リングせずに、直材のまま切断しストレッチした。得られた押出管材について自動車エアコン配管に必要な各種性能を調査した。調査には、ピレット3本目と5本目の部分の押出管材を用いた。外径8mmφ×肉厚1mmの管材は、押出先端から約10mの非定常部を除外し、残りの部分を9等分し、各々からサンプリングした。また外径12.7mmφ×肉厚1.2mmの管材は、押出先端から約10mの非定常部を除外し、残りの部分を6等分し、各々からサンプリングした。本発明例、比較例とも、頭側（No.1）と尻側（No.9：8mmφ管材、No.6：12.7mmφ管材）について導電率を4端子法により測定した。結果を表9に示す。

【0079】

【表9】

項 目 (「ソ・キング」条件)	押出素 管寸法	押出 N本目	導電率測定結果 (% IACS)		
			頭側 (No. 1)	尻側 (No. 6or9)	頭尻のEC差 ΔEC
本発明例 (600℃×4hr + 450℃×24hr空冷)	8φ ×11	3本目	42.5	43.4	0.9
		5本目	42.7	43.6	0.9
	12.7φ ×1.11	3本目	42.0	42.8	0.8
		5本目	41.9	42.6	0.7
比較例 (610℃×24hr水冷)	8φ ×11	3本目	38.9	41.3	2.4
		5本目	38.7	41.3	2.6
	12.7φ × 1.11	3本目	38.5	39.8	1.3
		5本目	38.5	39.7	1.2

【0080】表9より明らかなように、いずれの場合も頭側より尻側において導電率が上昇しており、押出過程でのMn含有化合物の析出が窺われる。頭側と尻側の導電率差ΔECは、本発明例はいずれも1%以内、比較例はいずれも1%を超え、特に外径12.7mmφの管材はΔECが2.5%前後にもなった。これは鑄塊の均質化処理条件の違い、つまり押出前のMn含有化合物の析

出量の相違による。

【0081】次に頭側(No.1)と尻側(No.9:外径8mm材、No.6:12.7mm材)のサンプルについて引張特性を調査した。現行管材についても同様に調査した。結果を表10に示す。

【0082】

【表10】

項 目 (ソ・キング 条件)	押出素 管寸法	押出 N本目	頭/尻	引張特性		
				TS (N/mm ²)	YS (N/mm ²)	El(%)
本発明例 (600℃×4hr + 450℃×24hr空冷)	8φ ×11	3本目	頭(No. 1)	103	38	43
			尻(No. 9)	101	39	42
		5本目	頭(No. 1)	101	39	43
			尻(No. 9)	102	39	41
	12.7φ ×1.11	3本目	頭(No. 1)	102	36	42
			尻(No. 6)	99	36	41
		5本目	頭(No. 1)	101	37	41
			尻(No. 6)	101	36	41
比較例 (610℃ ×24hr水冷)	8φ ×11	3本目	頭(No. 1)	108	40	39
			尻(No. 9)	103	38	39
		5本目	頭(No. 1)	104	38	40
			尻(No. 9)	103	39	39
	12.7φ ×1.11	3本目	頭(No. 1)	106	42	40
			尻(No. 6)	104	46	40
		5本目	頭(No. 1)	105	44	40
			尻(No. 6)	106	45	40
<参考例> 現行材 (押出→抽伸→焼鈍) に対する規格				95~ 125	>35	>30

【0083】表10より明らかなように、引張特性は、本発明例、比較例、及び現行管材（押出→抽伸→焼鈍）とで近似している。これは、表9に示すように、Mn含有化合物の析出量の差は導電率には影響するが、引張特性には殆ど影響しない。このように、本発明例管材は、引張特性に関しては、現行管材と同レベルで実用上全く問題がない。

【0084】次に耐食性をCASS試験により調査した。試験時間は320hrとした。本発明例管材の他、比較例管材と現行管材（3003合金の押出→抽伸→焼

鈍材）についても同様に調査した。耐食性は、腐食試験後のサンプルを洗浄し、外観を目視観察により評価した。その結果、非溶着部は、いずれにも、貫通には至らない孔食が生じており、孔食深さは3者で殆ど差がなく、従って、本発明管材は現行管材と同様な耐食性を有するものと評価された。溶着部の優先腐食評価は実施例1と同様に行った。結果を表11に示す。

【0085】

【表11】

素管寸法	項 目	押出 N本目	押出材の長手方向のサンプリング位置								
			No. 1 (項)	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9 (尻)
8φ	本発明例	3本目	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		5本目	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	比較例	3本目	×	▲	▲	▲	△	△	○	○	◎
		5本目	×	▲	▲	▲	▲	△	△	○	◎
素管寸法	項 目	押出 N本目	押出材の長手方向のサンプリング位置								
			No. 1 (項)	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6 (尻)			
12.7φ	本発明例	3本目	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
		5本目	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
	比較例	3本目	×	▲	▲	△	△	◎			
		5本目	×	▲	△	△	○	◎			

CASS試験 : 320hr

〈溶着部優先腐食の評価〉 ◎ 腐食皆無
○ わずかに浅い腐食あり（孔食深さより浅い）
△ 全長の10%以下に腐食あり
▲ 全長の10～50%に腐食あり
× 全長の50%以上に腐食あり

【0086】表11より明らかなように、外径8mm肉厚1mmの管材では、比較例の押出頭側から中ほどまでに溶着部の優先腐食が激しく生じており貫通する孔食が多く存在した。これに対し、本発明例では、頭側（No. 1）の溶着部に優先腐食がわずかに認められたが、それ以外には全く認められなかった。頭側の優先腐食部分の孔食は非溶着部の孔食より浅く、この程度の腐食は管材全体の耐食性には殆ど影響せず、実用上問題ないものと判断された。外径12.7mmφ×肉厚1.2mmの管材の溶着部の優先腐食も同様な傾向であり、比較例では長手方向の過半に著しい優先腐食が生じたのに対し、本発明例では長手方向の全長に亘って優先腐食は認められなかった。以上の結果から、本発明の管材は、溶着部の優先腐食を抑制しつつ、現行の3003抽伸材（押出→抽伸→焼鈍）と同等の耐食性が押出材の全長で得られ

る。

【0087】管材の一部について、曲げ加工と軸シールド加工（図2Bタイプの端末加工）について加工テストを行ったが特に問題はなかった。

【0088】（実施例3）表1に示す組成の合金C、DをDC casting法により外径9インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、又、合金E、FをDC casting法により外径6インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、均質化処理後、導電率を測定した。結果を表12に示す。前記均質化処理は、本発明例として、600℃に4hr保持後、冷却速度50℃/hrで450℃まで炉中冷却し、続いて同温度で10hr保持し、450℃保持後の常温まで空冷する方法で行った。

【0089】

【表12】

ビレット径	合 金	均質化処理条件	均質化処理前 の導電率 (%IACS)	均質化処理後 の導電率 (%IACS)
9インチφ	合金C	600℃×4hr+450℃×10hr	29.7	44.7
	合金D	600℃×4hr+450℃×10hr	30.7	40.1
6インチφ	合金E	600℃×4hr+450℃×10hr	30.1	45.1
	合金F	600℃×4hr+450℃×10hr	30.6	40.8

【0090】表12より明らかなように、いずれも、均質化処理により導電率が上昇している。これは均質化処理でMn含有化合物が析出したためである。

【0091】均質化処理後、所定長さに切断して押出ビレットとし、これを各5本ずつ均質化処理し、この5本を連続的にポートホール押出法によりw材に押出した。9インチビレットは外径16mmφ×肉厚1.2mmの管材又は外径8mmφ×肉厚1mmの管材に押出した。この押出は4本同時押出で溶着部3箇所である。6インチビレットは、外径12.7mmφ×肉厚1.2mmの管材又は外径8mmφ×肉厚1mmの管材に押出した。この押出は2本同時押出で溶着部は3箇所である。押出時のビレット加熱は、9インチビレットはガスバーナー式再熱炉により長時間かけて行い、6インチビレットはインダクションヒーターにより短時間で行った。押出時のビレット加熱温度は440～480℃の温度範囲とした。押出速度は9インチビレットを外径8mmの管材に押出す場合のみ、25m/分とし、その他は

40m/分とした。押出直後はいずれもファンで冷却し、押出管材はコイルリングすることなく、直材のまま切断し、これをストレッチした。

【0092】得られた押出管材について自動車エアコン配管に必要な各種性能を調査した。調査には、ビレット3本目と5本目の部分の押出管材を用いた。すなわち、9インチビレットでは、非定常部を除いた押出材全長約180mから、外径8mmの管材の場合は等間隔で19箇所、外径16mmの管材の場合は等間隔で押出材全長約80mの9箇所からサンプリングし、6インチビレットでは、実施例2と同様のパターンでサンプリングした。

【0093】押出管材の頭側(No.1)と尻側(各最後尾No.6,19,9)について導電率を測定し、さらに頭側と尻側の導電率差ΔECを求めた。結果を表13に示す。

【0094】

【表13】

ビレット径	押出素 管寸法	成分組成	押出 N本目	導電率測定結果 (% IACS)		
				頭側 (No. 1)	尻側 (No. 6, 19, 9)	頭尻のEC差 ΔEC
9インチφ	16φ ×1.2t	合金C	3本目	42.8	43.3	0.5
			5本目	42.7	43.3	0.6
		合金D	3本目	41.4	42.1	0.7
			5本目	41.8	41.2	-0.6
	8φ ×1t	合金C	3本目	43.1	43.5	0.4
			5本目	43.0	43.6	0.6
		合金D	3本目	41.6	42.3	0.7
			5本目	42.0	42.2	0.2
6インチφ	12.7φ ×1.2t	合金E	3本目	43.9	44.1	0.2
			5本目	43.9	44.3	0.4
		合金F	3本目	41.1	41.9	0.8
			5本目	41.3	41.9	0.6
	8φ ×1t	合金E	3本目	44.3	44.6	0.3
			5本目	44.2	44.5	0.3
		合金F	3本目	41.1	42.1	1.0
			5本目	41.2	42.0	0.8

【0095】表13より明らかなように、本発明例は、管材寸法や合金成分等によって違いはあるが、いずれも頭側と尻側で導電率に大きな差はなく、従って ΔEC はすべて1.0%以下である。このことは、本発明例管材にあっては押出過程において生じる析出現象が過度に起きることなく、押出管材の頭側も尻側も同様な組織になっていることを示している。ひいては、この頭側と尻側

の組織の違いに依拠して形成される溶着部と非溶着部の組織差も充分に緩和されているものと考えられる。

【0096】機械性能については引張特性を調査した。ここでは、各々ビレット3本目部分の押出管材（長手方向で中程）を供試材とした。結果を表14に示す。

【0097】

【表14】

ビレット径	押出素 管寸法	成分組成	引張特性		
			TS (N/mm ²)	YS (N/mm ²)	El (%)
9インチφ	16φ ×1.2t	合金C	100	41	39
		合金D	102	41	42
	8φ ×1t	合金C	103	40	39
		合金D	100	39	44
6インチφ	12.7φ ×1.2t	合金E	101	40	37
		合金F	104	40	41
	8φ ×1t	合金E	102	41	39
		合金F	105	41	44

【0098】表14より明らかなように、いずれも引張強さ (TS) 約100 N/mm²、0.2%耐力 (YS) 約40 N/mm²、伸び (El) 40%前後となり、現行管材とほぼ同等な性能である。この性能を維持

する限り、自動車エアコン配管としての使用は可能である。

【0099】次に耐食性を試験時間400hrのCASS試験により調べた。また溶着部の優先腐食についても

実施例1、2と同じ方法で調べた。3003現行材（押出→抽伸→焼鈍）についても同様の調査を行った。結果を表15に示す。

【0100】
【表15】

ピレット径	押出素管寸法	成分組成	押出N本目	押出材の長手方向のサンプリング位置																		
				No.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
9インチφ	16φ ×1.2t	合金C	3本目	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		合金D	3本目	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	8φ×1t	合金C	3本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		合金D	3本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6インチφ	12.7φ ×1.2t	合金E	3本目	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
			5本目	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		合金F	3本目	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	8φ×1t	合金E	3本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		合金F	3本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			5本目	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

<溶着部優先腐食の評価>

●

腐食皆無

○

わずかに浅い腐食あり（孔食深さより浅い）

<溶着部優先腐食の評価> ○ 腐食皆無
○ わずかに浅い腐食あり（孔食深さより浅い）

【0101】表15より明らかなように、非溶着部については、本発明例管材と現行材とで差がなく、いずれも典型的な孔食パターンを呈し、孔食は貫通するまでには至らなかった。また溶着部の優先腐食は、外径8mmφ×肉厚1mm tの管材の押出頭側の極一部にかすかに溶着部の優先腐食が観察された（評価レベル○）以外は全く認められなかった。その他のサイズの管材の押出頭側近辺には溶着部の優先腐食は全く認められず、また、孔食も非溶着部の孔食より明らかに浅く、實際上、この溶着部が耐食性で問題になることはない判断できる。従って、実施例3の本発明例管材はいずれも現行材と同等な耐食性を有しており、非溶着部、溶着部とも特に著しく進行の速い腐食が生じることはない。

【0102】端末加工性は軸シールビード加工（図2Bタイプ）に絞って試験したが、特に問題なく加工できた。また実施例2と同じ方法により曲げ加工性を試験したが、特に問題がなかった。

【0103】以上述べたように、表12に示す本発明例管材は自動車エアコン配管用として十分な性能を有していることが明らかとなった。更に、均質化処理条件だけを表12記載の条件から若干変更して管材を試作し、実施例3と同じ方法で各種調査を行った。均質化処理条件の変更のひとつは、600℃保持後450℃までの冷却速度を25℃/hrにした点であり、もうひとつは450℃での保持時間を4hrと16hrにした点である。その結果は、各種調査において、表12の均質化処理条

件で得た管材と大差のない性能が得られた。

【0104】（実施例4）本発明管材は、ポートホール押出管材を自動車エアコン配管に適用する際に最も問題となる溶着部の優先腐食に対し、十分な耐食性を有することを説明する。表1に示す組成の合金GをDC castingにより外径6インチの押出用丸棒鋳塊に鋳造し、均質化処理後の鋳塊について導電率を測定した。結果を表16に示す。本発明例1～4の均質化処理は、最初に比較的高温で保持した後、炉冷にて450℃乃至420℃の最もMn含有化合物が析出する温度まで冷却し、同温度にて保持したのち常温まで空冷した。本発明例5～9では、比較的高温に保持した後350℃まで30℃/hrの冷却速度で炉中冷却し、350℃以下は炉冷又は空冷とした。本発明例10では、最初の段階に、析出が進行し易い450℃にて2hr保持して、微細析出物を析出させてのち、600℃まで昇温、短時間保持後30℃/hrにて炉冷することにより同析出物を太径化することを意図して実施した。本発明例11では最も析出し易い450℃前後に比較的最長時間保持することで析出の進行を図った。

【0105】表16の比較例のうち、比較例1、2はAl-Mn系合金で良く用いられる均質化処理条件と同等か近似した条件で高温保持後、比較例3では560℃で3hr保持後、ともに比較的最速の冷却速度で冷却した。

【0106】
【表16】

項 目	材 料	合 金	均質化処理条件	均質化処理後 の導電率 (IACS%)
本 発 明 例	1	S	610℃×4hr+450℃×20hr空冷 (610℃→450℃:30℃/hr)	41.1
	2	S	580℃×4hr+450℃×20hr空冷 (580℃→450℃:30℃/hr)	41.3
	3	S	610℃×4hr+420℃×20hr空冷 (610℃→450℃:30℃/hr)	41.4
	4	S	525℃×2hr+450℃×12hr空冷 (525℃→450℃:30℃/hr)	43.7
	5	I	550℃×12hr炉冷 (550℃→RT:30℃/hr)	42.0
	6	I	550℃×12hr炉冷 (550℃→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	41.9
	7	I	550℃×6hr炉冷 (550℃→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	41.7
	8	H	525℃×8hr炉冷 (525℃→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	42.5
	9	M	600℃×4hr炉冷 (600℃→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	41.0
	10	N	450℃×2hr+600℃×2hr炉冷 (450℃→600℃:50℃/hr、600℃→RT:30℃/hr)	41.1
	11	P	450℃×36hr空冷	46.2
比 較 例	1	B	610℃×6hr散水冷却 (散水冷却:鋳塊を炉外に出してスプリングにより水冷)	36.8
	2	B	600℃×12hr空冷	37.6
	3	C	560℃×3hr散水冷却 (散水冷却:鋳塊を炉外に出してスプリングにより水冷)	38.9

【0107】表16に示すように、本発明例と比較例ではMn含有化合物の析出進行度がまったく異なるため、均質化処理後の導電率は本発明例が41.0IACS%以上であるのに対して比較例は39IACS%未満となっている。

【0108】次に、各鋳塊を、均質化処理後切断し、押出ピレットを3本ずつ採取し熱間で押出した。対象としたのは、実施例2、3でも対象とした外径12.7mmφ×肉厚1.2mmの管材であって、これを実施例2、3と同様にポートホール押出したものである。この押出では、いずれの鋳塊も実施例2と同様な条件にてピレットを430～470℃の範囲に加熱し押出した。ピ

レットを各均質化条件材とも3本ずつ押出したなかで、いずれも3本目に押出した押出管材について評価した。評価用サンプルは実施例2と同様に押出管材の全長から等間隔で6箇所から採取した。採取したサンプルについて、押出管材の析出量の長手方向の変動を確認するために、長手方向の各位置にて導電率を測定した。結果を表17に示す。表17には最も低い導電率となる頭側(No.1)と最も高い導電率となる尻側(No.6)の測定結果と両者の差(ΔEC)を表示した。

【0109】

【表17】

項 目	材 料	合 金	均質化処理条件	導電率測定結果		
				頭側 (No. 1)	尻側 (No. 6)	頭尻ECの 差(ΔEC)
本 発 明 例	1	S	610℃×4hr+450℃×20hr空冷 (610℃→450℃:30℃/hr)	42.0	42.6	0.6
	2	S	580℃×4hr+450℃×20hr空冷 (580℃→450℃:30℃/hr)	42.2	42.7	0.5
	3	S	610℃×4hr+420℃×20hr空冷 (610℃→450℃:30℃/hr)	42.2	42.5	0.3
	4	S	525℃×2hr+450℃×12hr空冷 (525℃→450℃:30℃/hr)	41.0	41.0	0.0
	5	I	550℃×12hr炉冷 (→RT:30℃/hr)	42.2	43.1	0.9
	6	I	550℃×12hr炉冷 (→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	42.1	42.9	0.8
	7	I	550℃×6hr炉冷 (→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	41.6	42.5	0.9
	8	H	525℃×8hr炉冷 (→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	41.3	42.3	1.0
	9	M	600℃×4hr炉冷 (600℃→350℃:30℃/hr、350℃以下空冷)	41.8	42.5	0.7
	10	N	450℃×2hr+600℃×2hr炉冷 (→600℃:50℃/hr、600℃→RT:30℃/hr)	41.7	42.4	0.7
	11	P	450℃×36hr空冷	42.0	42.6	0.6
比 較 例	1	B	610℃×6hr散水冷却	38.6	40.2	1.6
	2	B	600℃×12hr空冷	38.9	40.8	1.9
	3	C	560℃×3hr散水冷却	39.0	40.8	1.8

【0110】表17より明らかなように、本発明例では41～43IACS%の導電率に含まれ、尻側で高い導電率上昇を示すことはなかった。これは、均質化処理段階で既に析出が進行しているため、押出段階での析出の影響が抑制され、頭尻の導電率差ΔECはいずれも1IACS%以下となった。他方、比較例では押出中の析出の進行を裏付ける、頭側から尻側にかけて導電率が39IACS%から40IACS%を超える値に増加した。ΔECは1.6IACS%から2IACS%近い値にな

った。

【0111】次に耐食性をCASS試験（試験時間200hr）により調査した。ここでも、非溶着部に生じる孔食状態に異常がないことを確認した上で、溶着部の優先腐食を観察し、腐食程度を評価した。結果を表18に示す。

【0112】

【表18】

項目	材 料	合 金	均質化処理条件	押出材長手方向のサンプリング位置					
				No. 1 (頭)	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6 (尻)
本 発 明 例	1	S	610℃×4hr+450℃×20hr空冷	○	○	○	○	○	○
	2	S	580℃×4hr+450℃×20hr空冷	○	○	○	○	○	○
	3	S	610℃×4hr+420℃×20hr空冷	○	○	○	○	○	○
	4	S	525℃×2hr+450℃×12hr空冷	○	○	○	○	○	○
	5	I	550℃×12hr炉冷	○	○	○	○	○	○
	6	I	550℃×12hr炉冷	○	○	○	○	○	○
	7	I	550℃×6hr炉冷	○	○	○	○	○	○
	8	II	525℃×8hr炉冷	○	○	○	○	○	○
	9	M	600℃×4hr炉冷	○	○	○	○	○	○
	10	N	450℃×2hr+500℃×2hr炉冷	○	○	○	○	○	○
	11	P	450℃×36hr空冷	○	○	○	○	○	○
比 較 例	1	B	610℃×6hr散水冷却	×	×	▲	▲	△	△
	2	B	600℃×12hr空冷	×	▲	▲	△	△	○
	3	C	560℃×3hr散水冷却	▲	△	△	△	○	○

注意：溶着部の優先腐食の評価については実施例1～3と同様

【0113】溶着部の腐食状態は本発明例では大半が○判定（溶着部腐食皆無）であり、極一部（いずれも頭側No.1）が○判定（非溶着部の孔食より浅い溶着部腐食が僅かに存在）になる非常に優れた溶着部の耐食性を示した。○判定材は溶着部が腐食傾向にあることを示すものの、非溶着部より溶着部の腐食進行が特に速いということではなく、実際上は問題ないと考えられる。従って、本発明例のポートホール押出管材は耐食性に優れる。他方、比較例は、いずれも長手方向に顕著な溶着部優先腐食が生じ、特に▲、×判定となった箇所では溶着部腐食領域の殆どに貫通孔が生じた。この結果から、均質化処理条件を適当に調整し、押出時の析出に起因した押出管材の長手方向の導電率の差（析出状態差）を1IACS%以下に抑制した本発明例では、溶着部の耐食性を確保できることが判る。

【0114】機械性能として引張特性を調査したが、本発明例管材11種ならびに比較例管材3種は、いずれも引張強さ99～108N/mm²、0.2%耐力38～45N/mm²、伸び38～43%の範囲で、現行材と

同等な引張特性を示した。また、本発明例管材について、曲げ加工性と軸シールビード加工（図2Bタイプ）性を試験し、いずれの加工性にも優れることが確認された。

【0115】（実施例5）表1に示す組成の合金H～PをDC鋳造法により外径6インチの押出用丸棒鑄塊に鑄造し、得られた鑄塊に実施例3の場合と同じ均質化処理（600℃×4hr+450℃×10hr空冷：600℃→450℃の冷却速度50℃/hr）を施し、その後、鑄塊を切断して押出ビレットとし、これを2本同時押出のポートホール押出法により外径12.7mmφ×肉厚1.2mmの管材（溶着部3箇所）を押出した。

【0116】押出時のビレット加熱にはインダクションヒーターを用い、加熱温度は440～480℃とした。押出速度は50m/分を目標速度としたが、材質によってはそうした速度での押出は不可能であった。結果を表19に示す。

【0117】

【表19】

合金	本発明例 比較例	押出の可否	押出材の導電率		
			頭側 (No. 1)	尻側 (No. 6)	頭尻EC差 ΔEC
H	本発明例	問題なく押出可	44.1	44.5	0.4
I	本発明例	問題なく押出可	39.3	39.1	-0.2
J	本発明例	問題なく押出可	46.7	46.4	-0.3
K	本発明例	問題なく押出可	43.4	43.8	0.4
L	比較例	問題なく押出可	41.8	42.3	0.5
M	本発明例	問題なく押出可	43.1	43.6	0.5
N	比較例	押出速度上がらない	-	-	-
O	比較例	押出不能	-	-	-
P	比較例	押出速度上がらない	-	-	-

【0118】表19より明らかなように、合金H～Mは所定の押出速度での押出が可能であったが、合金N、Pでは管材押出速度は高々5m/分程度と極めて低速で、押出最終段階では押出不能となるビレットも生じた。これは合金N、PはMn、Cuが過度に添加され、熱間での変形抵抗が上昇したためである。また合金Oは最初から押出不能であった。これは最も変形抵抗を上げる傾向を有するMgを過度に添加したためである。従ってこれらの合金は、自動車エアコン配管に用いられる比較的薄肉の細径管の押出には適さないものである。

【0119】次に、押出可能な合金の押出管材について

て、前記実施例と同様に押出管材の長手各部について導電率を測定した。表19に頭側(No. 1)と尻側(No. 6)の測定結果とΔECを併記するものであるが、各押出管材とも、長手方向の導電率差ΔECは1.0IACS%以下に納まった。

【0120】所定押出速度にて押出が可能であったものについて、引張特性、耐食性、加工性を調査した。結果を表20に示す。

【0121】

【表20】

	合金	押出可否	引張性能*			耐食性 (CASS200h)		加工性(曲げ、ビード)	
			TS (N/mm ²)	YS (N/mm ²)	El (%)	非溶接部	溶接部	曲げ加工	ビード加工
本発明例	H	可	97	37	40	○	○	○	○
本発明例	I	可	118	49	44	○	○	○	○
本発明例	J	可	112	44	43	○	○	○	○
本発明例	K	可	102	40	41	○	○	○	○
比較例	L	可	89	28	45	○	○	肌荒れ若干発生	寸法はずれ有り
本発明例	M	可	116	44	42	○	○	○	○
比較例	N	不可	-	-	-	-	-	-	-
比較例	O	不可	-	-	-	-	-	-	-
比較例	P	不可	-	-	-	-	-	-	-
現行材		可	95~125	35以上	30以上	-	○	○	○

【0122】表20より明らかなように、引張性能は各押出管材の長手方向中央のサンプル(No. 3) について試

験したものであるが、合金L以外の合金は現行管材と同等以上の性能を示した。合金Lは、Mn量が少ないため、引張強度(TS)、0.2%耐力(YS)とも低い値となった。

【0123】耐食性は、押出管材長手方向各部のサンプルについて200hrのCASS試験により評価した。この評価は他の実施例と同様に行い、◎又は○と評価したものは、表20では「一般部腐食異常なし、溶着部腐食問題なし」と表記した。つまり、合金H、I、J、K、Mのいずれの押出管材の非溶着部にも特に問題となる腐食状態は生じなかった。また溶着部は、表19のΔECがすべて1IACS%を下回り、いずれも溶着部の優先腐食は皆無か問題ないレベルであった。

【0124】次に、実施例4と同様に、曲げ加工性と端末加工性(軸シールビード加工性:図2のタイプB)を若干数ずつ調査した。表20に示すように、合金L以外は健全に加工できた。合金Lは、曲げ加工で肌荒れが、端末加工で寸法外れが発生した。これは管材がやや軟質なので、現状のままでは、自動車エアコン配管に適用するのは困難である。

【0125】上記実施例より明らかなように、本発明にて用いる合金H、I、J、K、Mの鋳塊に本発明の均質化処理を施してポートホール押出した管材は、自動車エアコン配管に要求される種々の性能および加工性を具備

し、自動車エアコン配管に充分適用できるものである。他方、比較例の合金L、N、O、Pはポートホール押出が不可能か、可能としても極めて低速でしか押出せず実用性に欠ける。又押出が可能でも性能が期待できない。

【0126】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明は、ポートホール押出法にて押出される管材の溶着部の優先腐食が改善されたエアコン配管用アルミニウム合金押出管材で、抽伸工程等を行わないので、表面品質にも優れ、しかも低コストである。前記押出管材は鋳塊に所定の均質化処理を施して合金元素のMnを含む化合物を粗大に析出させておくことにより容易に製造できる。依って工業上顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】ポートホール押出法にて製造された管材の溶着部の優先腐食の説明図である。

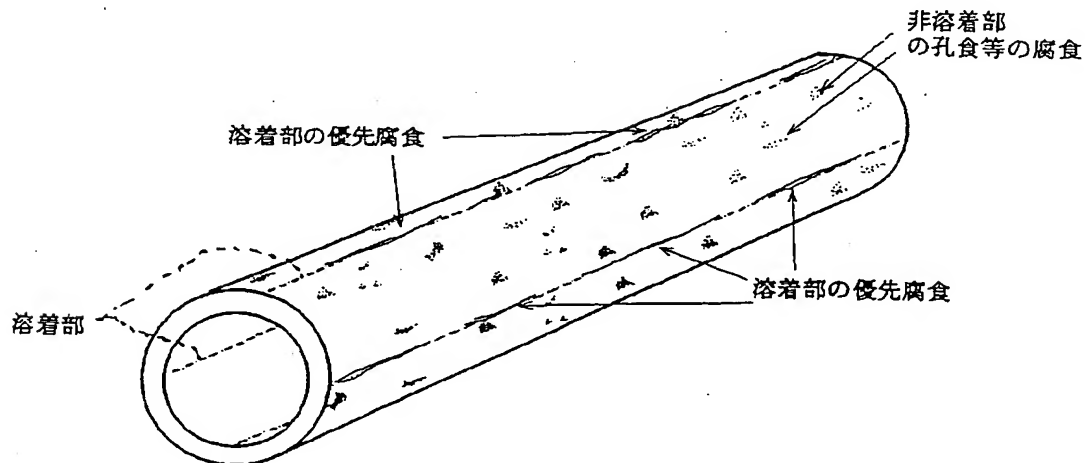
【図2】(i)~(ii)はエアコン配管用押出管材の端末加工タイプの説明図である。

【図3】図2に示した(i)タイプBと(ii)タイプCの端末加工の工程説明図である。

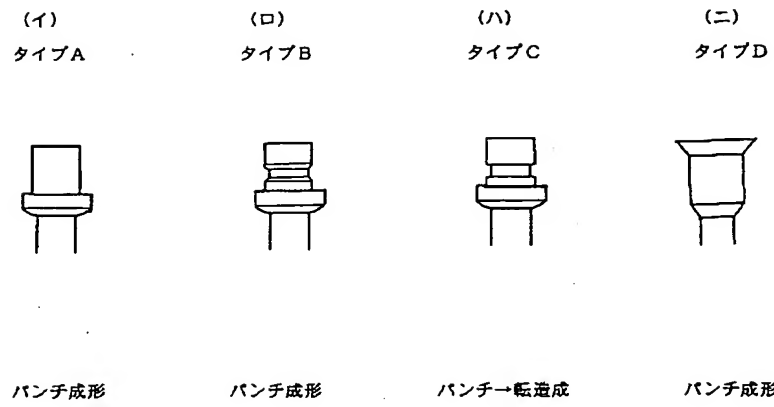
【図4】(i)現行管材と(ii)本発明例管材のタイプBの端末加工部のSEM写真である

【図5】(i)現行管材と(ii)本発明例管材のタイプCの端末加工部の写真である。

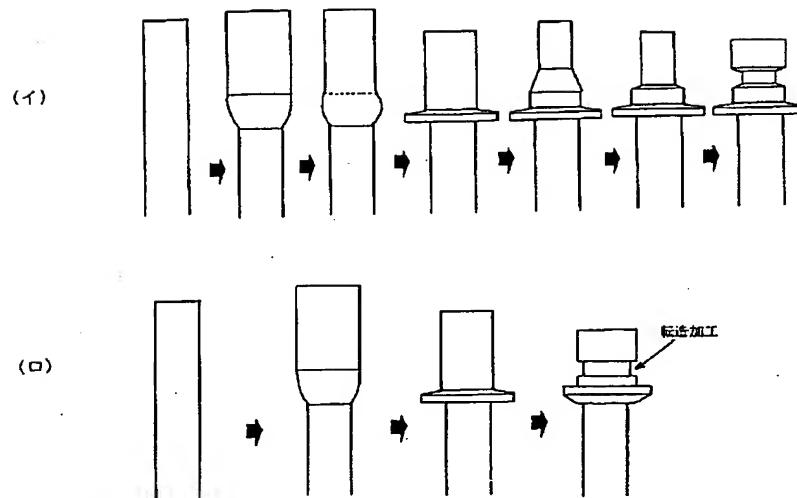
【図1】



【図2】



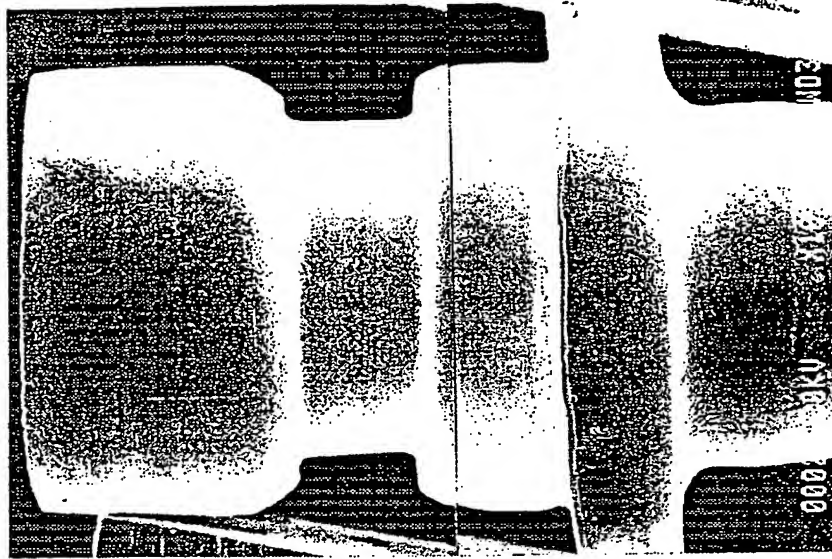
【図3】



【図4】

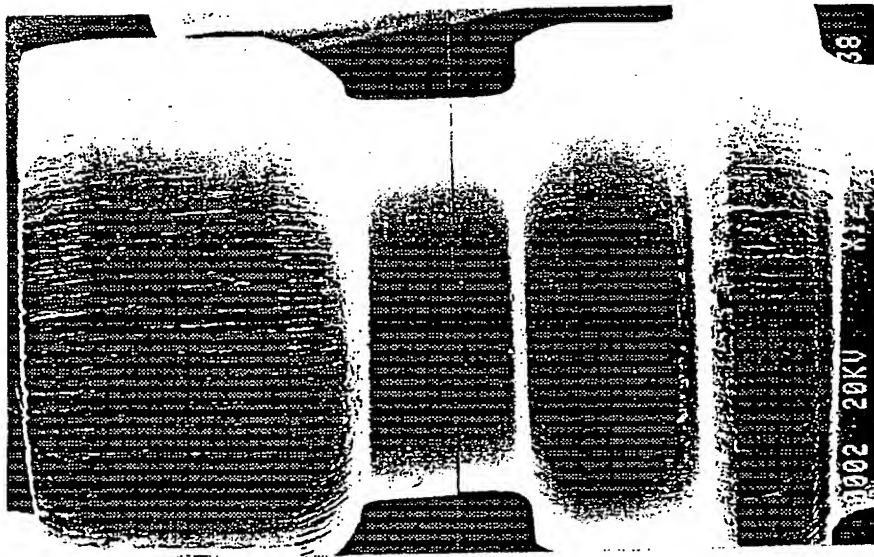
図面代用写真

(ロ)



本発明例管材 (タイプBの端未加工部)

(イ)

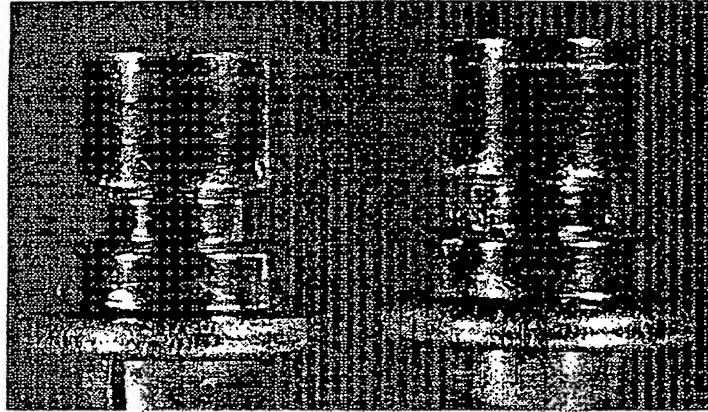


現行管材

【図5】

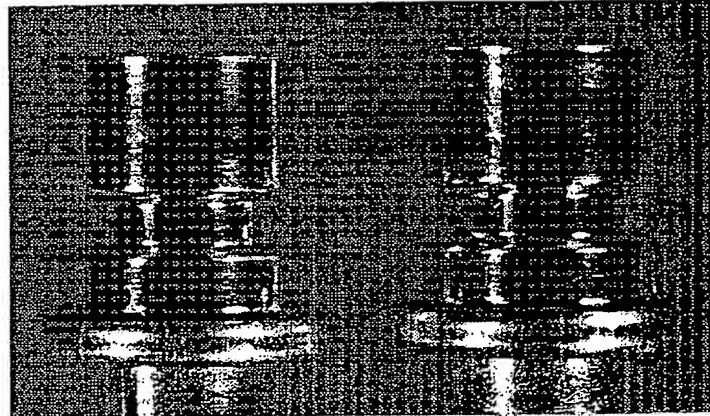
図面代用写真(カラー)

(イ)



現行管材

(ロ)



本発明例管材 (タイプCの端末加工部)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6
// C 2 2 F 1/00識別記号
6 1 2
6 2 6
6 4 0
6 5 1F I
C 2 2 F 1/006 1 2
6 2 6
6 4 0 A
6 5 1 A

6 6 0

6 8 2

6 8 3

6 9 1

6 9 2

F 2 8 F 21/08

6 6 0 Z

6 8 2

6 8 3

6 9 1 B

6 9 1 C

6 9 2 A

6 9 2 B

A

F 2 8 F 21/08

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.